Übung zu Computergraphik I

– Übungsblatt 6 –

Lehrstuhl für Computergraphik und Multimediasysteme

Rene Winchenbach, Jan Mußmann

Abgabe:	Bis spätestens 25. November, 10 Uhr
Besprechung:	Dienstag 03. Dezember und Mittwoch 04. Dezember
Gesamtpunktzahl nach Übungsblatt 6:	36 von 65

Hinweis: Die Programmieraufgaben müssen per E-Mail **an Jan Mußmann** eingereicht werden. Geben Sie dabei bitte immer Ihren **Namen**, Ihre **Matrikelnummer**, sowie Ihre **Übungsgruppe (Di. / Mi.)** an. Geben Sie nur die von Ihnen **geänderten Dateien** ab (`GLWidget.cpp`, `vs.glsl` und `fs.glsl`).

Aufgabe 1 Szenengraphen und Transformationshierarchien (5 Punkte)

In der folgenden Aufgabe sollen Sie ein sehr einfaches Sonnensystem, bestehend aus vier Planeten, zunächst als Szenengraph modellieren und anschließend nachprogrammieren. Laden Sie hierzu das Programmgerüst `ueb07.zip` von der Übungsseite herunter.

Das Modellsonnensystem soll aus einer zentralen Sonne im Ursprung des Weltkoordinatensystems bestehen, um die ein erdähnlicher Planet und ein marsähnlicher Planet kreisen. Außerdem kreist um die Erde ein kleiner Mond. Alle Kreisbahnen sollen in derselben Ebene liegen. Die Erde soll sich um ihre eigene y-Achse drehen, wobei diese um $23,44°$ gegenüber der Ebene der Kreisbahnen geneigt ist (die Neigung soll hierbei immer in die gleiche Richtung zeigen um die Jahreszeiten zu simulieren). Die übrigen Objekte sollen sich der Einfachheit halber nicht um die eigene Achse rotieren. Die Sonne soll das größte Objekt des Systems darstellen, es folgen Erde, Mars und Mond.

1.1 Beschreiben Sie das Sonnensystem durch einen gerichteten azyklischen Graphen (DAG).

1.2 Erweitern Sie die Funktion `drawGeometry()`, sodass ein Sonnensystem wie in Abb. 1 zu sehen ist. Verwenden Sie zur hierarchischen Beschreibung des Sonnensystems die in der Vorlesung vorgestellten Befehle.

Aufgabe 2 Perspektivische Transformationen (2 Punkte)

Die perspektivische Transformation kann durch die folgende 4×4-Matrix T_P beschrieben werden:

$$T_P = \begin{bmatrix} \frac{2}{b} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2}{h} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{n+f}{n(n-f)} & \frac{2f}{n-f} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{n} & 0 \end{bmatrix}$$

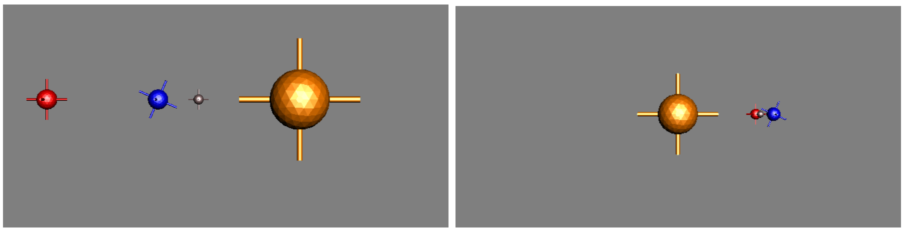

Abbildung 1: *Modellsonnensystem aus Sonne, Erde, Mars und Mond. Zur Veranschaulichung sind die lokalen x-, y- und z-Achsen als Zylinder mitgezeichnet.*

2.1 Vergewissern Sie sich davon, dass diese Matrix tatsächlich einen Pyramidenstumpf in einen Einheitswürfel überführt, indem Sie zwei Eckpunkte $\mathbf{P}_1$ und $\mathbf{P}_2$ des Pyramidenstumpfes mit T_P transformieren. $\mathbf{P}_1 = \begin{pmatrix} -\frac{b}{2} \\ -\frac{h}{2} \\ -n \end{pmatrix}$ sei der Punkt unten links auf der nahen Clip Ebene. Wie lautet dann der Punkt $\mathbf{P}_2$ unten links auf der fernen Clip Ebene mit $z = -f$? Wie lauten die beiden transformierten Punkte?

2.2 Allgemein gilt für die perspektivische Transformation, dass Geraden auf Geraden abgebildet werden, d.h. für die Transformation der Gerade $\mathbf{P}(\alpha) = (1-\alpha)\mathbf{P}_1 + \alpha\mathbf{P}_2$ gilt $T_P(\mathbf{P}(\alpha)) = (1-\beta)T_P(\mathbf{P}_1) + \beta T_P(\mathbf{P}_2)$, mit $\beta = \beta(\alpha) = \frac{\alpha z_2}{(1-\alpha)z_1 + \alpha z_2}$.
Überprüfen, dass die Ordnung von Punkten auf Geraden durch T_P erhalten bleibt, indem Sie nachweisen, dass $\alpha_1 < \alpha_2 \Longleftrightarrow \beta(\alpha_1) < \beta(\alpha_2)$ gilt. Welche Eigenschaften muss $\beta(\alpha)$ dafür erfüllen?